

# Lithostratigraphie und Sedimentologie der Branderfleck-Formation (Cenomanium) in den niederösterreichischen Kalkvorpalen

Michael WAGREICH

WAGREICH, M., 2003: Lithostratigraphie und Sedimentologie der Branderfleck-Formation (Cenomanium) in den niederösterreichischen Kalkvorpalen. – In: PILLER, W. E. (Ed.): *Stratigraphia Austriaca*. – Österr. Akad. Wiss., Schriftenr. Erdwiss. Komm. 16: 151–164, 5 Figs., 1 Tab., Wien.

**Zusammenfassung:** Gesteine der Branderfleck-Formation treten innerhalb der östlichen Kalkalpen im Gebiet zwischen Lilienfeld und Wien auf, wobei vor allem Profile in Marktl/Lilienfeld und Grub/Heiligenkreuz im Bereich der Lunzer Decke bearbeitet wurden. Kennzeichnend sind karbonatreiche, schlecht sortierte, orbitolinenführende Breccien bis Blockbreccien, siltige-sandige graue Mergel, Feinbreccien bis Grobsandsteine und gemischt karbonatisch-siliziklastische fein- bis mittelkörnige Orbitolinen-sandsteine. Als Ablagerungsbereiche können neritische bis bathyale Ablagerungstiefen in Becken an tektonisch aktiven Überschiebungen rekonstruiert werden. Biostratigraphische Daten weisen auf ein Cenomanium-Alter, wobei vor allem mittleres und spätes Cenomanium mit Orbitolinen und Planktonforaminiferen nachgewiesen werden können. Neben der vergleichbaren Lithofazies zeigen auch die Schwermineralspektren mit signifikanten Anteilen von Chromspinell und Alkali amphibolen weitgehende Übereinstimmung mit der Branderfleck-Formation der Weyerer Bögen und der westlichen Kalkalpen.

**Abstract:** Outcrops of the Branderfleck Formation in the eastern part of the Northern Calcareous Alps are known from the area between Lilienfeld and Vienna. Especially the sections of Marktl/Lilienfeld and Grub/Heiligenkreuz (Lunz Nappe) were investigated. The characteristic lithofacies types are carbonate-rich, poorly sorted *Orbitolina*-bearing breccias, silty to sandy grey marls, fine breccias and sandstones and mixed carbonate-siliciclastic fine to medium-grained *Orbitolina*-sandstones. Neritic to bathyal environments within active piggyback basins can be reconstructed. The age of the Branderfleck Formation is Cenomanian. Middle to Late Cenomanian is indicated by *Orbitolina* species and planktonic foraminifera. The lithofacies is very similar to the Branderfleck Formation of the Weyerer Bögen and the western part of the Northern Calcareous Alps, including heavy mineral assemblages with significant amounts of chrome spinell and blue amphiboles.

**Keywords:** Branderfleck Formation, Cenomanian, Lithostratigraphy, Heavy Minerals

## Inhalt

1. Einleitung .....	152
2. Geologischer Rahmen .....	153
3. Lithostratigraphie .....	155
3.1. Liegend- und Hangendgrenze der Branderfleck-Formation .....	157
3.2. Biostratigraphie .....	159
3.3. Interpretation der Ablagerungsbedingungen .....	159
3.4. Petrographie der Sandsteine und Breccien .....	160
3.4.1. Schwerminerale .....	160
4. Schlussfolgerungen und Diskussion .....	162
Literatur .....	163

## 1. EINLEITUNG

Orbitolinenführende Gesteine sind aus den Kalkalpen östlich der Weyerer Bögen seit TOULA (1882) und BITTNER (1897: Schichten mit „*Orbitolina concava*“ bei Lilienfeld, vergl. Fig. 1) bekannt. SPITZ (1910) und SPENGLER (1931) beschrieben derartige „Orbitolinen-schichten“ aus den niederösterreichischen Kalkvoralpen und aus dem Wienerwald, ohne allerdings diese Gesteine auf den geologischen Karten als eigenständige Einheit auszu-scheiden. Spätere Bearbeiter wie ROSENBERG (1965, 1967), LEIN (1970), LÖCSEI (1974) und WESSELY (1974) erkannten die Eigenständigkeit des „orbitolinen-führenden Cenomans“ bzw. der „Orbitolinen-schichten“ im Bereich von Lilienfeld bis in den Wienerwald, fassten diese Gesteine allerdings zumeist mit den „Losensteiner Schichten“ zu einer gemein-samen Schichteinheit zusammen. Aus dem Untergrund des Wiener Beckens wurden

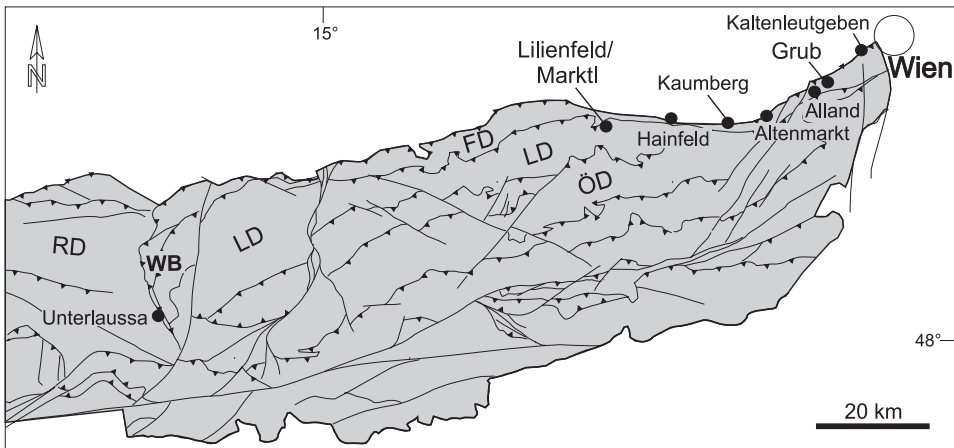


Fig. 1: Tektonische Übersichtskarte des Ostteils der Nördlichen Kalkalpen (modifiziert nach PERES-SON & DECKER, 1997) mit der Lage der beschriebenen Profile Markt bei Lilienfeld und Grub bei Heiligenkreuz; WB - Weyerer Bögen, FD - Frankenfelsener Decke, LD - Lunzer Decke, RD - Reichraminger Decke, ÖD - Ötscher Deckensystem.

ebenfalls Gesteine des Cenomanium beschrieben (u.a. WESSELY in BRIX & SCHULTZ, 1993). Wahrscheinlich turone Gesteine in ähnlicher stratigraphischer Position unter Sedimenten der Gosau-Gruppe am Nordrand der Lunzer Decke wurden als eigenständige Abfolge der „Itruvenschichten“ von KOLLMANN (1968) aus dem Gebiet der Teufelsteinantiklinale bei Kaltenleutgeben beschrieben.

Jüngste Kartierungen und Bearbeitungen cenomaner Sedimentgesteine aus den niederösterreichischen Kalkvorpalen stammen von WESSELY im Rahmen seiner Aufnahmstätigkeit auf den Blättern Baden und Neulengbach (WESSELY, 1985, 1987, 1988, 1989) und PLÖCHINGER & SALAJ (1991) aus dem Gebiet Altenmarkt/Kaumberg im Triestingtal.

Im Gebiet der südlichen Weyerer Bögen, nördlich Unterlaussa, wurde von FAUPL & WAGREICH (1992) aus der Lunzer Decke eine Abfolge von Sandsteinen, Mergeln und Breccien beschrieben, deren hangender Abschnitt ein Mitteluronium-Alter aufweist (vergl. auch SUMMESBERGER, 1992). Gerölle dieser Gesteine konnten umgelagert innerhalb von Konglomeraten und Breccien der oberkretazischen Gosau-Gruppe der Weyerer Bögen wiedergefunden werden (FAUPL & WAGREICH, 1992). Vor allem übereinstimmende Schwermineralgehalte mit Chromspinellen und Alkalamphibolen und fazielle Ähnlichkeiten führten zu einer Zuordnung dieser Abfolge der Pichlbaueralm bei Unterlaussa zu den „Branderfleckschichten“, die von GAUPP (1980) und WEIDICH (1984a) aus den westlichen Kalkalpen (Typlokalität am Branderflecksattel zwischen Ahornspitze und Brander Schrofen in den Hohenschwangauer Bergen, Bayern) erstbeschrieben wurden. Bei der Branderfleck-Formation der westlichen Kalkalpen (GAUPP, 1980, 1982; WEIDICH, 1984a, b; WEIDICH & WOLFF, 1985; WINKLER, 1988; SCHLAGINTWEIT & WEIDICH, 1991) handelt es sich um eine Abfolge von Breccien und Schelfsandsteinen des Cenomanium, z.T. mit Orbitolinen („Untere Branderfleckschichten“ nach GAUPP, 1980), zu einer hangenden Tiefwasserabfolge mit Turbiditen, Rutschmassen, Breccien, Mergeln und Tonsteinen („Obere Branderfleckschichten“ nach GAUPP, 1980), die bis in das höchste Santonium/tiefste Campanium reicht (WEIDICH, 1984a).

In der vorliegenden Arbeit wird die orbitolinenführende Abfolge der Kalkalpen östlich der Weyerer Bögen, von Lilienfeld bis Kaltenleutgeben, an Hand einiger sedimentologischer Profile beschrieben. Die Gesteine werden in die Branderfleck-Formation gestellt und Aspekte der paläogeografischen und tektonischen Entwicklung der tiefen Oberkreide der östlichen Kalkalpen werden diskutiert.

## 2. GEOLOGISCHER RAHMEN

Die untersuchten Gesteinsabfolgen treten im Bereich der Lunzer Decke bzw. im Grenzbereich Lunzer Decke – Frankenfesler Decke innerhalb der niederösterreichischen Kalkvorpalen auf. Auf Grund der komplizierten tektonischen Verhältnisse, u.a. bedingt durch junge Seitenverschiebungen, ist innerhalb des kalkalpinen Wienerwaldes von Kaltenleutgeben bis Hainfeld die Lunzer Decke von der Frankenfesler Decke nicht immer eindeutig abzutrennen, sodass auch von einem Lunzer-Frankenfesler Deckensystem gesprochen wird (u.a. LEIN, 1970; WESSELY, 1974). Definiert man die Frankenfesler Decke mit dem Vorkommen von Gesteinen der Losenstein-Formation (KOLLMANN, 1968; WAGREICH, 2001, in Druck), so sind die Vorkommen der etwas jüngeren Branderfleck-Formation einer südlicheren, tektonisch höheren Einheit zuzuordnen, die an den Nordrand der

Lunzer Decke gestellt werden kann, analog den Verhältnissen in den Weyerer Bögen (FAUPL & WAGREICH, 1992) und in den westlichen Kalkalpen (GAUPE, 1982).

Auf Grund der sanften voralpinen Morphologie und der starken tektonischen Zerlegung im Bereich der nordöstlichen Kalkalpen sind durchgehende, gut aufgeschlossene Profile innerhalb der Branderfleck-Formation selten. Im Rahmen dieser Arbeit wurden zwei Profile genauer untersucht:

1. Markt bei Lilienfeld. Die Lokalität Markt NE Lilienfeld (Fig. 2a) wurde schon von BITTNER (1897) als Orbitolin-Fundstelle erwähnt. Zuletzt beschrieb LÖCSEI (1974) ein Profil im Bereich des Hanges zur Elisenhöhe. Gute Aufschlüsse fanden sich entlang von Wegen sowohl W (tieferer Teil der Schichtfolge mit Auflagerung auf Hauptdolomit) als auch E (vereinzelt Aufschlüsse im hangenden mergelreichen Abschnitt) eines östlichen Seitengrabens des Traisental.

2. Steinbruch Grub bei Heiligenkreuz. Der Steinbruch wurde zuletzt von PLÖCHINGER in PLÖCHINGER & PREY (1993:118f) genauer beschrieben und die Diskordanz zwischen dem unterlagernden Hauptdolomit und den auflagernden „Cenomanmergeln“ abgebildet. Östlich des Steinbruchs ist entlang eines Weges eine hangende, etwa 50 m mächtige, mergelreiche Abfolge aufgeschlossen (Fig. 2b). Darüber folgen Sandsteine der Gosau-Gruppe mit fraglichem Coniacium/Santonium-Alter und rote Kalkmergel der Nierental-Formation des Campaniums, wobei der Kontakt Gosau-Gruppe auf Branderfleck-Formation derzeit nicht aufgeschlossen ist.

Neben den beiden Profilen wurden einzelne Aufschlüsse im Gebiet zwischen Altenmarkt und Kaumberg (PLÖCHINGER & SALAJ, 1991), Alland (LEIN, 1970) und Kaltenleutgeben-Gießhübl (WESSELY, 1974, 1985) untersucht. Vor allem im Bereich Altenmarkt – Kaumberg ist die Abtrennung von mergelreichen Intervallen der Losenstein-Formation und der Branderfleck-Formation auf Grund der tektonischen Zerlegung und der schlechten Aufschlussverhältnisse im Gelände nicht immer eindeutig. Im Vergleich mit den Verhältnissen etwa in den Weyerer Bögen (FAUPL & WAGREICH, 1992) und auf Grund der Daten von PLÖCHINGER & SALAJ (1991) können hier, etwa im Laabachtal und im Höfner-

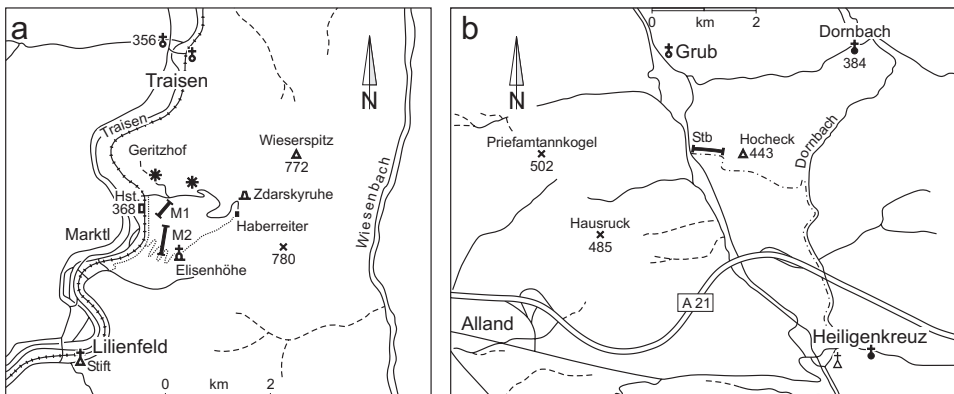


Fig. 2: Lageskizzen zu den Lokalitäten Markt bei Lilienfeld und Grub bei Heiligenkreuz. M1 und M2 zeigen die Lage der Profile, Sterne markieren zusätzliche Aufschlusspunkte im Bereich Markt.

bachtal, allerdings zwei unterschiedliche stratigraphische Niveaus unterschieden werden: Albium bis unterstes Cenomanium in sandig-mergeliger, exotikareicher Fazies der Losenstein-Formation, und ein mittel- bis obercenomaner Abschnitt mit mergeligen Sandsteinen und sandigen Mergeln, der der Branderfleck-Formation entspricht. Neben der schon lange bekannten Lokalität Öberg bei Alland (u.a. PLÖCHINGER & PREY, 1993) wurden auch einzelne Vorkommen innerhalb der Teufelsteinantiklinale südlich Kaltenleutgeben (Fischerwiese, Seewiese) untersucht und Vergleichsproben aus den „Itruvianschichten“ im Bereich des Steinbruchs Flössel (KOLLMANN, 1968) und auflagernden Sandsteinen der Gosau-Gruppe der Gießhübler Mulde genommen.

### 3. LITHOSTRATIGRAPHIE

Die Zuordnung der untersuchten orbitolinenführenden Gesteine zur Branderfleck-Formation, wie sie von GAUPP (1980, 1982) und WEIDICH (1984a, b) in den westlichen Kalkalpen definiert wurde, ergibt sich aus den lithofaziellen Ähnlichkeiten der Gesteinsabfolgen und aus den stratigraphischen Beziehungen (Fig. 3), wobei in den östlichen Kalkalpen vorwiegend Gesteinstypen auftreten, die mit der unteren Branderfleck-(Sub?)Formation im Sinne von GAUPP (1980: „Untere Branderfleckschichten“) verglichen werden können.

Kennzeichnend für die Branderfleck-Formation im untersuchten Gebiet sind folgende Lithofaziestypen:

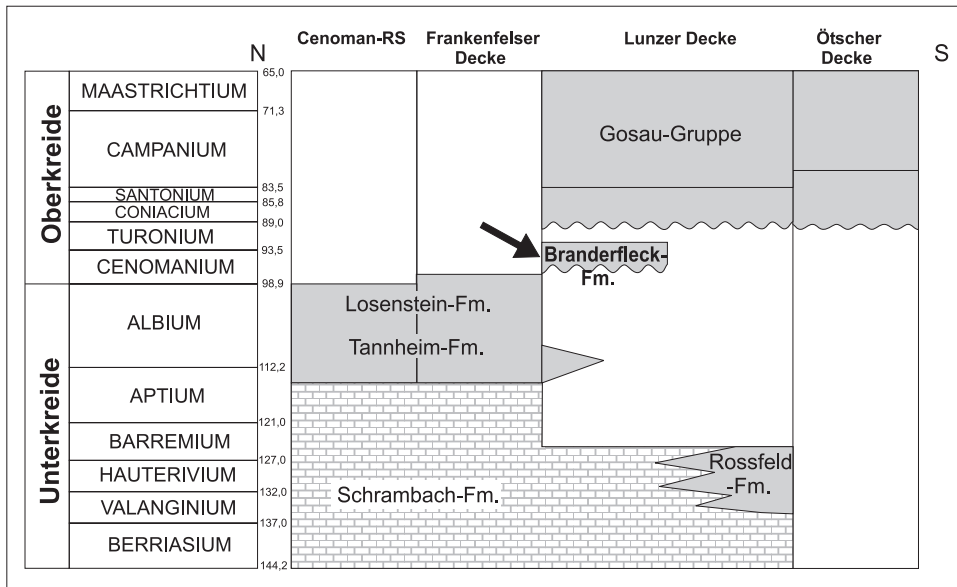


Fig. 3: Stratigraphische Übersicht der Kreideschichtfolge innerhalb der niederösterreichischen Kalkvorlpen. Chronostratigraphie nach GRADSTEIN et al. (1995). Cenoman-RS – Cenoman-Randschuppe.

- (1) karbonatreiche, schlecht sortierte Breccien bis Blockbreccien
- (2) Feinbreccien bis Grobsandsteine
- (3) gemischt karbonatisch-siliklastische fein- bis mittelkörnige Sandsteine, teilweise reich an Orbitolinen
- (4) siltige, graue Mergel ohne Makrofossilien und einer oft schlecht erhaltenen gemischten Benthos-Plankton-Foraminiferenfauna

Die Abfolge im Profil Grub setzt sich aus wenige Meter mächtigen basalen Breccien, einer geringmächtigen Mergel-Sandstein-Wechselfolge, und einem hangenden, schlecht aufgeschlossenen 30 m mächtigen Mergelabschnitt mit wenigen Sandsteinlagen zusammen (Fig. 4). Die Breccien an der Basis markieren den Transgressionskontakt des Cenomaniums auf Hauptdolomit, wobei die Transgressionsfläche unregelmäßig verläuft und die Breccie z.T. taschenartig in den Hauptdolomit hineinreicht (LEIN, 1970). Der Hauptdolomit selbst ist in den

Bereichen unter dem Transgressionskontakt stark geklüftet und zerlegt. Die Matrix der Basisbreccie ist sandig-mergelig, selten finden sich Orbitolinen. Die Komponenten bestehen hauptsächlich aus Hauptdolomit, allerdings treten selten auch Juragesteine auf.

Die überlagernde Mergel-Sandstein-Wechselfolge setzt sich im tieferen Abschnitt (ca. 5 m) aus grauen bis bräunlich-grauen, sandigen Mergeln mit zwischenlagernden, maximal 8 cm dicken Feinbreccien-Sandsteinlagen zusammen. Die Sandsteinlagen zeigen einen basalen Feinkiesabschnitt, schwache Gradierung und Anhäufung von

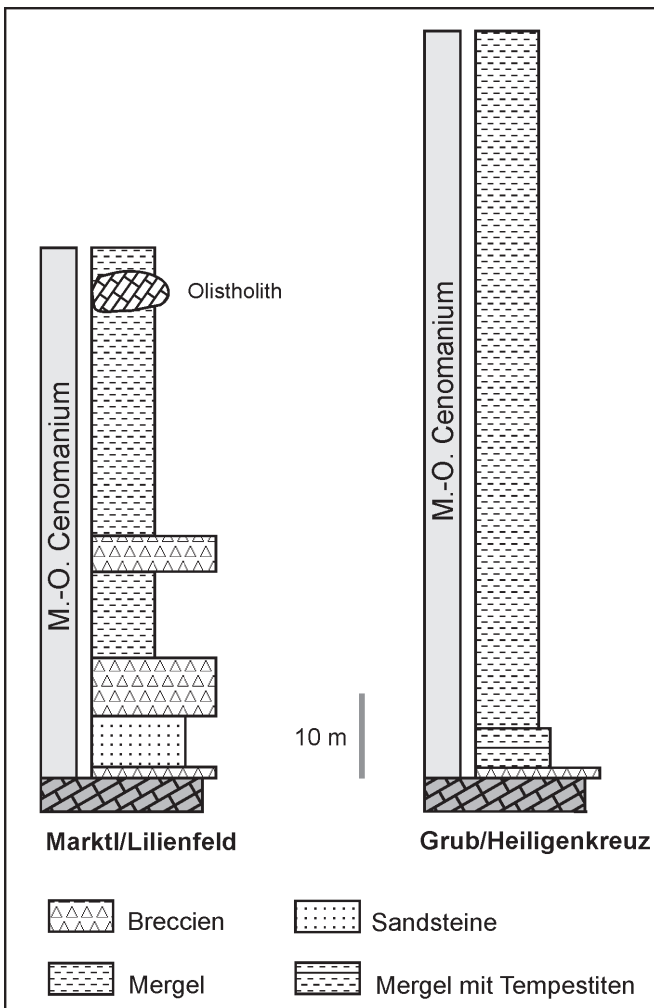


Fig. 4: Übersichtsprofile der Brandenfleck-Formation der Lokalitäten Markt/Lilienfeld und Grub/Heiligenkreuz.

bis über 1 cm großen Orbitolinen und Austernschalen an den Schichtoberflächen sowie Bioturbation vom Typus *Thalassinoides*. Die Feinkieskomponenten sind überwiegend Dolomit. Der höhere Teil der Mergel-Sandstein-Wechselfolge (obere 50 m) wird überwiegend durch graue sandige Mergel gebildet, in denen wenige Sandsteinlagen eingeschaltet sind. Diese Sandsteine sind feinkörniger und quarzreicher als die basalen Lagen und zeigen ebene Lamination und flache Rippelschichtungen. Orbitolinen sind hier nur mehr selten zu finden.

Im Bereich von Marktl (Fig. 4) sind an der Basis ebenfalls geringmächtige Breccien auf dem Hauptdolomit ausgebildet. Darüber folgen allerdings wenige mächtige, massig erscheinende Sandsteinlagen, die reich an Orbitolinen sind. Die fein- bis mittelkörnigen, gemischt siliziklastisch-karbonatischen Sandsteine führen Quarz und Karbonat überwiegend detritischer Herkunft in etwa gleichen Anteilen. Über diesen Sandsteinen folgen Breccienlagen und sehr schlecht aufgeschlossene sandige Mergel. Die Breccienlagen bestehen vorwiegend aus kantigem Dolomitschutt in einer pelitischen Matrix, daneben finden sich Jurakomponenten und orbitolinenführende Kalke einer karbonatischen Flachwasserfazies. Die Orbitolinenkalkgerölle sind zumeist zugerundet und stark angebohrt, was auf Aufarbeitung in einem Flachwasserbereich hinweist. Im hangendsten Abschnitt der Abfolge tritt ein isolierter Aufschluss von rotem Jurakalk auf, zusammen mit Rollstücken von Breccien und quarzführenden Konglomeraten. Auf Grund der Lagerungsverhältnisse ist der Jurakalk als große Scholle innerhalb der Breccien der Branderfleck-Formation zu interpretieren.

Blockbreccien, wie sie auch von GAUPP (1982) aus den westlichen Kalkalpen beschrieben wurden, sind weit verbreitet in dem Streifen von Wien bis Kaumberg (WESSELY, 1985, 1987, 1988, 1989). Allerdings sind die Aufschlüsse zumeist schlecht, sodass die Auflagerungsfläche auf älteren Gesteinen (meist Hauptdolomit) sowie interne Schichtungen kaum erkennbar sind. Die Blockgröße erreicht bis zu mehrere Meter Durchmesser, in der sandigen Breccienmatrix finden sich häufig Orbitolinen.

### 3.1. Liegend- und Handendgrenze der Branderfleck-Formation

Die Unterscheidung der Branderfleck-Formation zur Losenstein-Formation ergibt sich aus der unterschiedlichen lithofaziellen Ausbildung. Typisch für die Branderfleck-Formation sind karbonatreiche Breccien mit hohen Anteilen an kantigen und wenig gerundeten kalkalpinen Trias- und Juragesteinen, während für die Losenstein-Formation siliziklastikareiche Konglomerate mit gut gerundeten kalkalpenfremden „exotischen“ Komponenten wie Quarziten, Quarzporphyren und basischen Vulkaniten kennzeichnend sind. Auch in den Sandsteinen ist ein höherer siliziklastischer Anteil innerhalb der Losenstein-Formation gegenüber der Branderfleck-Formation festzustellen. Orbitolinen Sandsteine, bei denen Orbitolinen gesteinsbildend auftreten, sind aus der Losenstein-Formation nicht bekannt (WAGREICH, in Druck).

Ein weiteres Unterscheidungskriterium sind die Lagerungsbeziehungen zum Liegenden. Während sich die Losenstein-Formation in den östlichen Kalkalpen innerhalb der nördlichsten Einheiten (Frankenfelder Decke und Cenoman-Randschuppe) konkordant ohne deutlicher Winkeldiskordanz aus der Schrambach-Formation und der Tannheim-Formation entwickelt (WAGREICH, 2001, in Druck), liegt die Branderfleck-Formation dis-

kordant auf verschiedenen alten Gesteinen im Nordrandbereich der Lunzer Decke, etwa auf Hauptdolomit im Steinbruch Grub, oder zum Teil auch auf Jura im Gebiet von Lilienfeld.

Die Hangendgrenze der Branderfleck-Formation ist schwerer zu definieren. Im Bereich Markt werden diese Gesteine eindeutig tektonisch von Kalken der Schrambach-Formation überlagert (siehe auch LÖCSEI, 1974:35–36). Im Höfnerbachtal und in Grub grenzen Gesteine der Gosau-Gruppe direkt an die cenomanen Gesteine, wobei im Höfnerbachtal eher ein Störungskontakt wahrscheinlich ist, da hier Tiefwassergesteine der Nierental-Formation direkt die Branderfleck-Formation überlagern (PLÖCHINGER & SALAJ, 1991). Im Profil Grub ist der Grenzbereich nicht aufgeschlossen, es finden sich allerdings Lesesteine von harten quarzreichen Sandsteinen, wie sie aus der Basis der Gosau-Gruppe bekannt sind – eine direkte Auflagerung von Gosau-Gruppe auf Brand-

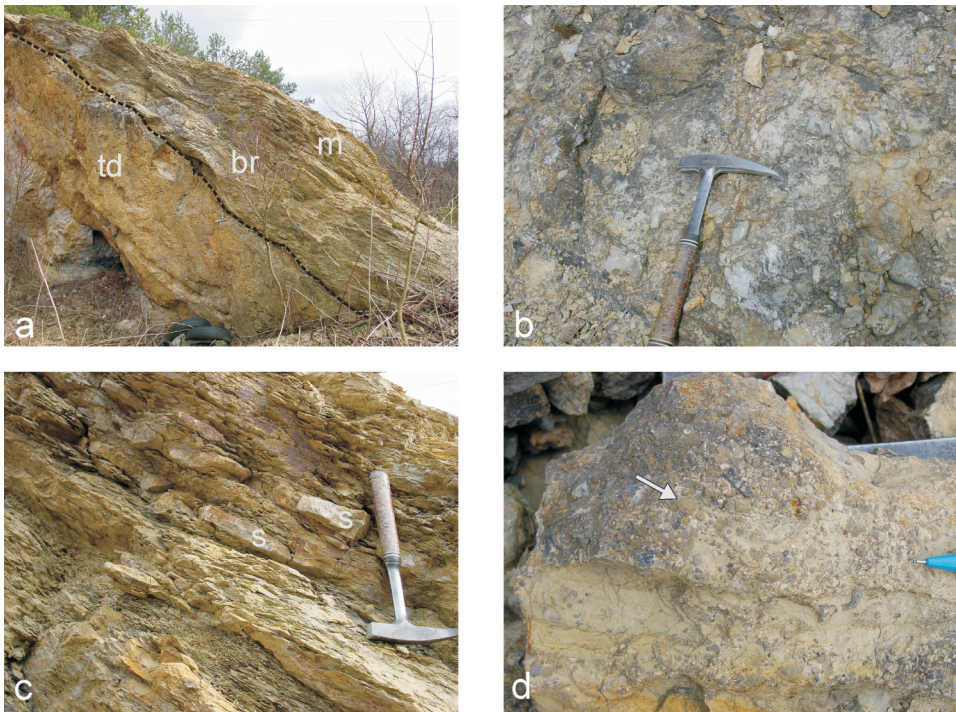


Fig. 5: Photos der Branderfleck-Formation der Lokalität Grub. a) Aufschlussphoto der Auflagerung von Breccien der Branderfleck-Formation (br) auf stark zerlegten Hauptdolomit (td). Die Auflagerungsfläche (strichliert nachgezeichnet) ist unregelmäßig und greift taschenförmig in den Hauptdolomit hinein. Im Hangenden Wechsellagerung von Mergel mit Tempestitlagen (m). b) Basale Breccie mit großen, kantengerundeten Karbonatblöcken und sandig-mergeliger Matrix. c) Ausschnitt aus Photo a: Wechsellagerung von sandigen Mergeln mit wenige cm dicken Feinbreccien-Grobsandsteinlagen (s), die als Tempestite gedeutet werden. d) Oberseite einer Feinbreccien-Grobsandsteinlage mit Bioturbation und Anhäufung von Orbitolinen (siehe Pfeil).

erfleck-Formation wäre hier also durchaus möglich und aus dem Kartenbild nicht unwahrscheinlich (vgl. Geologische Karte ÖK 58 Baden). WESSELY (1985) beschreibt aus dem Bereich der Gießhübler Mulde bei Sparbach – Sittendorf eine konkordante Abfolge von orbitolinen-führenden Sandsteinen des Cenomaniums zu gastropodenführenden Sandsteinen (Turonium?) und Karbonatsandsteinen der Gosau-Gruppe.

### 3.2. Biostratigraphie

Die Branderfleck-Formation der westlichen Kalkalpen weist eine stratigraphische Reichweite von Untercenomanium bis unteres Campanium auf (WEIDICH, 1984a; WEIDICH & WOLFF, 1985). Die Orbitolinenmergel und –sandsteine sind ins Cenomanium einzustufen (*brotzeni*- bis *cushmani*- Planktonforaminiferenzonen, WEIDICH & WOLFF, 1985:89).

Aus den publizierten Daten der untersuchten Abfolgen der östlichen Kalkalpen kann generell auf ein mittleres bis höheres Cenomanium geschlossen werden. Die auftretenden Orbitolinen sind zumeist große, flach linsenförmige Formen der Gruppe „*Orbitolina concava*“ (u.a. *Orbitolina* aff. *mamillata* D'ARCHIAC, *Orbitolina conica* D'ARCHIAC, *Orbitolina plana* D'ARCHIAC nach PLÖCHINGER & SALAJ, 1991). Obwohl die Orbitolinen vorwiegend als umgelagert zu betrachten sind, kann damit unteres?, mittleres bis oberes Cenomanium nachgewiesen werden, während keine Belege für ein Hinunterreichen der Schichtfolge ins obere Albium gefunden werden konnten.

Publizierte Foraminiferendaten liegen vor allem von PLÖCHINGER & SALAJ (1991) vor. Im Höfnerbachgraben (Probe 200, W gegenüber einem Marterl; PLÖCHINGER & SALAJ, 1991:799) treten u.a. *Epistomina carpenteri* REUSS, *Rotalipora montsalvensis* MORNOD und *Thalmaninella* sp. auf, die mittleres Cenomanium belegen. S Kaumberg, im Laabachtal, belegen zwei Proben nach PLÖCHINGER & SALAJ (1991:791) mittleres bis oberes Cenomanium (Probe 24.8.76/3: u.a. *Orbitolina mamillata* D'ARCHIAC, *Anomalina (Gavelinella) cenomana* BROTZEN, *Thalmaninella brotzeni* SIGAL, *Hedbergella planispira* (TAPPAN), *Hedbergella brittonensis* LOEBLICH & TAPPAN; Probe 572: *Orbitolina conica* D'ARCHIAC, *Orbitolina plana* D'ARCHIAC, *Orbitolina* aff. *mamillata* D'ARCHIAC).

Eigene Nannofossiluntersuchungen wurden vor allem in den Profilen Marktl und Grub unternommen. Die Nannofloren im Steinbruch Grub belegen oberes Albium? bis Cenomanium (Standardzonen CC9 – CC10 nach PERCH-NIELSEN, 1985) mit *Prediscosphaera cretacea*. Auf Grund der schlechten Erhaltung fehlen allerdings wichtige Zonenleitfossilien wie etwa *Ceratolithina* oder *Lithraphidites*-Arten. Aus Marktl ergaben 3 Nannoproben u.a. die Leitformen *Prediscosphaera cretacea*, *Eprolithus floralis*, *Lucianorhabdus quadrifidus* und *Nannoconus truitti*, womit das Alter auf mittleres bis spätes Cenomanium eingengt werden kann (Standardzonen CC10 – CC11). Im Gegensatz zum Vorkommen in den Weyerer Bögen findet sich in den östlichen Kalkvoralpen somit kein Hinweis auf ein Hinaufreichen der Branderfleck-Formation ins Turonium.

### 3.3. Interpretation der Ablagerungsbedingungen

Die Ablagerungsbedingungen der Branderfleck-Formation sind auf Grund der schlechten Aufschlussverhältnisse nur eingeschränkt rekonstruierbar. Die auftretenden basalen Breccien und Blockschichten sind jedenfalls, auf Grund des Auftretens von Orbitolinen,

als vollmarin zu interpretieren. Belege für eine starke marine Überarbeitung in einem Küstenbereich, wie etwa Zurundungen, fehlen weitgehend. Die Foraminiferenfaunen mit wesentlichen Planktonanteilen in zwischengeschalteten Mergeln weisen auf Ablagerungstiefen des mittleren bis äußeren Schelfs, in den hangenden mergelreichen Intervallen auf äußeren Schelf bis oberes Bathyal, wahrscheinlich im Vorfeld einer Steilküste. Die Blockschichten mit großen Olistolithkomponenten können nur durch submarine Massenströme abgelagert worden sein.

Die Orbitolinensandsteine im Gebiet Marktl weisen auf seichtmarine Ablagerungsbe- reiche hin. Die Sandsteine sind relativ gut sortiert und es konnten keinerlei Gradierungen gefunden werden. Sie werden als Tempestite interpretiert, die in einem flachen, pelitdo- minierten Schelfbereich abgelagert wurden. WEIDICH (1984a) schätzt auf Grund der Foraminiferenfaunen für ähnliche Gesteine in den westlichen Kalkalpen Ablagerungstie- fen um 50 m. Ebenfalls als Tempestite werden die Feinbreccien- bis Sandsteinlagen im Steinbruch Grub interpretiert, wobei vor allem das Auftreten von Orbitolinen auf den Schichtoberseiten gegen eine Interpretation als Turbidite spricht.

Die Breccienlagen innerhalb von Mergeln im Profil Marktl sind als Schuttstrom- bis Turbiditablagerungen zu interpretieren. Dafür sprechen normale Gradierungen in den feinkörnigeren Breccienlagen sowie das Auftreten großer Blöcke innerhalb der Breccien.

Orbitolinen-Corallinaceen-Kalkkomponenten (vorwiegend Biosparite) belegen zeit- gleiche lokale Karbonatschelfbereiche in den sonst klastisch dominierten Bereichen. Rotalgenschutt, Orbitolinen und vereinzelt Korallen dominieren den Komponentenbe- stand. Die Kalkgerölle zeigen Aufarbeitung unter Seichtwasserbedingungen wie randli- che Anbohrungen und Zurundung.

### **3.4. Petrographie der Sandsteine und Breccien**

Die Breccien der Branderfleck-Formation werden überwiegend aus Komponenten der umgebenden kalkalpinen Schichtfolge aufgebaut. Zumeist dominieren Hauptdolomit und Triaskalke. Kalkalpenfremde Komponenten sind mit weniger als 10% am Kompo- nentenbestand beteiligt, wobei Quarzite und polykristalline Quarzkörner am häufigsten sind. Zum Unterschied zur Losenstein-Formation treten keine Exotikakonglomerate auf. Die Komponenten sind zumeist eckig oder nur kantengerundet.

Die Sandsteine sind überwiegend Mischungen aus karbonatischen Gesteinskompo- nenten und siliziklastischem Material, wobei der siliziklastische Anteil aus Gesteinsfrag- menten wie schwach metamorphen Quarziten, Chloritquarziten, polykristallinem und monokristallinem Quarz besteht. Die Sandsteine sind überwiegend als (karbonat-)lithi- sche Arenite zu klassifizieren.

#### *3.4.1. Schwerminerale*

Die Schwermineralspektren der Branderfleck-Formation sind gekennzeichnet durch hohe Gehalte an stabilen Mineralen wie Turmalin und Zirkon und signifikante Anteile von Chromspinell und Chloritoid (Tab. 1). Anzeiger für höher metamorphe Gesteine im Liefergebiet wie Granat, Staurolith aber auch Epidot fehlen weitgehend. Zusätzlich treten vor allem im Profil Marktl Alkali amphibole mit bis zu 15,4 % auf. Das Fehlen,

	Zirkon	Turmalin	Rutil	Apatit	Granat	Chloritoid	Staurolith	Epidot	Chromsp.	bl. Amph.	Sonstige
<b>Grub/Heiligenkreuz</b>											
HE95/15	19,3	15,3	0,7	12,0	4,7	7,3	0,7	0,0	40,0	0,0	0,0
HE95/12	33,5	10,6	6,8	3,1	0,6	0,6	0,0	0,0	44,7	0,0	0,0
HE5	16,9	40,7	5,4	4,4	0,7	2,4	0,0	0,0	29,2	0,0	0,3
HE23	29,4	13,4	5,2	7,2	2,6	5,6	0,0	0,0	35,9	0,7	0,0
HE24	24,8	18,7	4,2	2,7	2,7	0,8	0,4	0,0	45,8	0,0	0,0
HE25	13,8	37,9	1,4	8,3	0,0	12,4	0,0	0,0	25,9	0,0	0,3
HE10	28,4	45,2	9,7	8,4	1,0	1,3	0,0	0,0	6,1	0,0	0,0
<b>Markt/Lilienfeld</b>											
MA2	26,5	9,5	2,9	4,2	1,9	15,1	0,3	0,0	23,9	15,4	0,3
MA3	20,9	20,2	3,1	4,5	1,7	16,7	0,0	0,0	27,9	4,5	0,3
MA8	10,1	6,6	2,9	2,7	1,2	46,7	0,0	0,2	14,7	13,5	1,2
MA9	12,5	8,5	1,4	3,1	3,4	25,6	0,0	0,3	31,3	12,2	1,8
MA56	45,5	17,9	24,5	1,9	7,8	0,4	0,4	0,0	0,8	0,0	0,8
MA55	17,2	16,3	10,0	17,6	0,9	2,3	0,0	0,0	32,6	2,7	0,5
MA26	8,1	49,4	4,1	14,8	1,2	0,0	0,0	0,9	21,5	0,0	0,0
MA20	20,5	29,9	3,0	11,9	0,7	16,8	0,0	0,0	16,8	0,4	0,0
MA21	18,7	39,6	4,3	25,1	0,9	4,7	0,0	0,0	6,8	0,0	0,0
MA27	8,6	22,3	3,7	11,7	2,0	34,3	0,0	0,0	10,0	6,9	0,6
MA28	15,6	16,9	7,3	7,6	1,0	20,6	0,0	0,0	29,9	0,7	0,3
MA23	35,1	22,8	5,3	16,5	1,1	0,7	0,0	0,0	18,6	0,0	0,0
<b>Kaltenleutgeben</b>											
ITR15	25,5	46,3	4,6	18,1	0,8	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,4
<b>Kaumberg</b>											
Kaum2/2	3,8	1,7	1,1	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	91,3	0,0	0,0
Kaum2/1	7,3	2,3	0,6	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	85,0	0,0	0,0
<b>Alland</b>											
ALL2	25,8	44,0	8,2	9,9	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	0,5	0,0
ALL3	34,2	40,0	6,7	4,9	0,0	0,9	0,0	0,0	12,4	0,0	0,9

Tab. 1: Schwermineralspektren aus der Brandertek-Formation der niederösterreichischen Kalkvorpalen. Angabe in Kornprozent, mindestens 250 Körner ausgezählt, Korngrößenbereich 0,063 - 0,4 mm. Chromsp. - Chromspinell, bl. Amph. - blaue Alkaliamphibole.

abgesehen von Spuren, dieser Amphibole in den Proben aus dem Profil Grub könnte auf diagenetische Effekte zurückzuführen sein, da die Übereinstimmung im restlichen Spektrum sehr groß ist.

Im Vergleich mit den Schwermineraldaten aus der Losenstein-Formation (GAUPP, 1980; VON EYNATTEN & GAUPP, 1999; FAUPL & WAGREICH, 1992; WAGREICH, in Druck) und Spektren aus dem Albium der Cenoman-Randschuppe der Weyerer Bögen (FAUPL & WAGREICH, 1992) lassen sich starke Ähnlichkeiten feststellen wie etwa das Auftreten von Chromspinell und signifikante Anteile von Alkali amphibolen und Chloritoid. Gegenüber Schwermineralassoziationen der Gosau-Gruppe im Gebiet Lilienfeld (WAGREICH, 1986) ergeben sich deutliche Unterschiede, etwa eine starke Chromspinell dominanz und das Fehlen von Chloritoid und Alkali amphibolen in der Gosau-Gruppe.

#### 4. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND DISKUSSION

Aus dem Vorkommen von Branderfleck-Formation in den östlichen Kalkalpen lassen sich Rückschlüsse über die stratigraphische und tektonische Entwicklung dieses Gebietes während der unteren Oberkreide geben. Im Gegensatz zu den westlichen Kalkalpen (GAUPP, 1982; WEIDICH, 1984b) zeigt sich eine Trennung von Vorkommen der Losenstein-Formation und der Branderfleck-Formation (siehe auch WESSELY in BRIX & SCHULTZ, 1993:270f.). In den östlichen Kalkalpen, einschließlich der Weyerer Bögen (FAUPL & WAGREICH, 1992), ist keine konkordante Überlagerung von Branderfleck-Formation auf Losenstein-Formation bekannt und die Losenstein-Formation scheint auf den Bereich der Frankenfelder Decke beschränkt, während die Branderfleck-Formation zumindest im Bereich Markt auf einen tektonisch höheren Bereich am Nordrand der Lunzer Decke beschränkt ist. Die Basis der Branderfleck-Formation zeigt eine diskordante Auflagerung auf Jura oder Trias, wobei die Verbreitung nicht den Unterkreidemulden in diesen Einheiten folgt. Die Auflagerung der Branderfleck-Formation auf einer gefalteten, z.T. abgetragenen Schichtfolge der Lunzer Decke weist auf einen vor dem unteren/mittleren Cenomanium angelegten Faltenbau der Lunzer Decke hin, wobei der (heute erhaltene) Nordbereich einer Antiklinale entspricht. Die Anlage dieser Antiklinalen muss jünger sein als die jüngsten Anteile der Schrambach-Formation (Barremium – z. B. LUKENEDER in EGGER et al., 2000) bzw. der Tannheim-Formation (WEIDICH, 1990: Aptium) aus diesem Bereich. Eine gleichzeitige Anlage dieser Faltung zur Sedimentation der Losenstein-Formation während des Albiums ist sehr wahrscheinlich auf Grund der Interpretation dieses Ablagerungsbereiches als syntektonisches Piggyback-Becken (WAGREICH, 2001).

Die stratigraphische Beziehung zur Gosau-Gruppe ist nicht eindeutig zu klären, ähnlich wie in den Weyerer Bögen (FAUPL & WAGREICH, 1992) tritt aber im Profil Grub wahrscheinlich eine direkte aber diskordante Überlagerung von Schichten der Gosau-Gruppe auf Cenomanium der Branderfleck-Formation auf, womit auch tektonische Verstaltungen zwischen dem Cenomanium und dem Oberturonium belegt wären. Nach der Ablagerung der Branderfleck-Formation wäre damit Hebung und neuerliche Transgression im Rahmen der Sedimentation der Gosau-Gruppe auch im Bereich der Lunzer Decke möglich.

Das Material der Branderfleck-Formation zeigt eher Ähnlichkeiten zur Losenstein-Formation, obwohl die typischen kalkalpenfremden gerundeten Komponenten wie etwa Quarzporphyre fehlen. Die Schwermineralspektren mit dem Auftreten von Alkali amphiboli-

bolen und Chloritoid lassen sich eher mit Spektren aus der Losenstein-Formation vergleichen, während jene aus der basalen Gosau-Gruppe zumeist wesentlich reicher an Chromspinell sind und kaum Alkali amphibole führen. Die Herkunft dieser Alkali amphibole aus einem nördlichen Liefergebiet ist wahrscheinlich, wobei allerdings eine Interpretation als Reste alpiner oder variszischer Hochdruckgesteine möglich ist (vergl. VON EYNATTEN et al., 1996).

**Danksagung:** Die Arbeiten wurden dankenswerterweise durch den Fond zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung, Projekt P10684-Geo, unterstützt. Den Begutachtern H. von Eynatten (Jena) und G. Wessely (Wien) danke ich für wertvolle Hinweise.

## Literatur

- BITTNER, A., 1897: Ueber ein Vorkommen cretazischer Ablagerungen mit *Orbitolina concava* LAM. bei Lilienfeld in Niederösterreich. – Verh. Geol. Reichsanst. **1897**: 216–219, Wien.
- BRIX, F. & SCHULTZ, O. (Eds.), 1993: Erdöl und Erdgas in Österreich. – 2. Auflage, 688 S., Naturhist. Mus. Wien und F. Berger, Horn.
- EGGER, J., KOLLMANN, H.A., SANDERS, D., SUMMESBERGER, H. & WAGREICH, M., 2000: Cretaceous of eastern Austria. – Field trip Guide 6<sup>th</sup> Internat. Cretaceous Symp. Vienna, 1–56, Wien (Naturhist. Museum).
- FAUPL, P. & WAGREICH, M., 1992: Transgressive Gosau (Coniac) auf Branderfleckschichten (Turon) in den Weyerer Bögen (Nördliche Kalkalpen, Oberösterreich). – Jb. Geol. Bundesanst. **135**: 481–491, Wien.
- GAUPE, R., 1980: Sedimentpetrographische und stratigraphische Untersuchungen in den oberostalpinen Mittelkreidesequenzen des Westteils der Nördlichen Kalkalpen. – Diss. TU München, 1–282.
- GAUPE, R., 1982: Sedimentationsgeschichte und Paläotektonik der kalkalpinen Mittelkreide (Allgäu, Tirol, Vorarlberg). – Zitteliana **8**: 33–72, München.
- GRADSTEIN, F.M., AGTERBERG, F.P., OGG, J.G., HARDENBOL, J., VAN VEEN, P., THIERRY, J. & HUANG, Z., 1995: A Triassic, Jurassic and Cretaceous time scale. – SEPM Spec Publ **54**: 95–126, Tulsa.
- KOLLMANN, H.A., 1968: Itruvien (Itriviidae, Gastropoda) aus dem Wiener Raum. – Mitt. Geol. Ges. Wien **60**: 13–22, Wien.
- LEIN, R., 1970: Zur Cenomantransgression im Raum von Alland (N.-Ö.). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr. **19**: 15–25, Wien.
- LÖCSEI, J., 1974: Die geröllführende mittlere Kreide der östlichen Kalkvoralpen. – Jb. Geol. Bundesanst. **117**: 17–54, Wien.
- PERCH-NIELSEN, K., 1985: Mesozoic calcareous nannofossils. – In: BOLLI, H.M., SAUNDERS, J.B. & PERCH-NIELSEN, K. (Eds.): Plankton Stratigraphy, 329–426, Cambridge (Cambridge Univ. Press).
- PERESSON, H. & DECKER, K., 1997: The Tertiary dynamics of the northern Eastern Alps (Austria): changing palaeostresses in a collisional plate boundary. – Tectonophysics **272**: 125–157, Amsterdam.
- PLÖCHINGER, B. & PREY, S., 1993: Der Wienerwald. – Samml. Geol. Führer **59**: 1–168, Berlin (Gebr. Bornträger).
- PLÖCHINGER, B. & SALAJ, J., 1991: Der Nordrandbereich der Nördlichen Kalkalpen zwischen Kaumberg und Altenmarkt an der Triesting (Niederösterreich) und der Mikrofossilinhalt seines Kreide-Paläogen-Anteils. – Jb. Geol. Bundesanst. **134**: 783–808, Wien.
- ROSENBERG, G., 1965: Der kalkalpine Wienerwald um Kaltenleutgeben (Niederösterreich und Wien). – Jb. Geol. Bundesanst. **108**: 115–153, Wien.
- ROSENBERG, G., 1967: Der westliche Höllensteinzug am Mödlingbach. – Jb. Geol. Bundesanst. **110**: 109–134, Wien.

- SCHLAGINTWEIT, F. & WEIDICH, K.F., 1991: Fazies, Alter und Herkunft kretazischer Olistolithe (Alb-Turon) der Branderfleck-Schichten (Cenoman-Coniac) der Lechtal-Decke in den Nördlichen Kalkalpen. – Z. dt. geol. Ges. **142**: 229–249, Hannover.
- SPENGLER, E., 1931: Der geologische Bau der Kalkalpen des Traisental und des oberen Pielachgebietes. – Jb. Geol. Bundesanst. **78**: 53–144, Wien.
- SPIZ, A., 1910: Der Höllensteinzug bei Wien. – Mitt. Geol. Ges. Wien **3**: 351–433, Wien.
- SUMMESBERGER, H., 1992: Ammoniten aus dem Turon (Oberkreide) der Nördlichen Kalkalpen (Österreich). – Ann. Naturhist. Mus. Wien **94A**: 103–133, Wien.
- TOULA, F., 1882: Kleine Exkursionsergebnisse aus der Gegend von Lebring und Wildon. – Verh. Geol. Reichsanst. **1882**: 191–198, Wien.
- VON EYNATTEN, H. & GAUPP, R., 1999: Provenance of Cretaceous synorogenic sandstones in the Eastern Alps: constraints from framework petrography, heavy mineral analysis and mineral chemistry. – Sediment Geol. **124**: 81–111, Oxford.
- VON EYNATTEN, H., GAUPP, R. & WIJBRANS, J.R., 1996:  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  laser-probe dating of detrital white micas from Cretaceous sedimentary rocks of the Eastern Alps: Evidence for Variscan high-pressure metamorphism and implications for Alpine orogeny. – Geology **24**: 691–694, Boulder.
- WAGREICH, M., 1986: Schichtfolge und Fazies der Gosau von Lilienfeld (Oberkreide; niederösterreichische Kalkvorlpen). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Österr. **32**: 19–38, Wien.
- WAGREICH, M., 2001: A 400-km-long piggyback basin (Upper Aptian-Lower Cenomanian) in the Eastern Alps. – Terra Nova **13**: 401–406, Oxford.
- WAGREICH, M., in Druck: A slope-apron succession filling a mid-Cretaceous piggyback basin: the Tannheim and Losenstein Formations of the eastern part of the Northern Calcareous Alps (Austria). – Mitt. Österr. Geol. Ges., 93, Wien.
- WEIDICH K.F., 1984a: Feinstratigraphie, Taxonomie planktonischer Foraminiferen und Palökologie der Foraminiferengsamtfauuna der kalkalpinen tieferen Oberkreide (Untercenoman-Untercampan) der Bayerischen Alpen. – Bayer. Akad. Wiss., mathem.-naturwiss. Kl., Abh. N.F. **162**: 1–151, München.
- WEIDICH K.F., 1984b: Über die Beziehungen des „Cenoman“ zur Gosau in den Nördlichen Kalkalpen und ihre Auswirkungen auf die paläogeographischen und tektonischen Vorstellungen. – Geol. Rundsch. **73**: 517–566, Berlin.
- WEIDICH, K. F., 1990: Die kalkalpine Unterkreide und ihre Foraminiferenfauna. – Zitteliana **17**: 1–187, München.
- WEIDICH, K.F. & WOLFF, H., 1985: Branderfleck-Schichten der Regauer Mulde. – In: WOLFF, H.: Erläuterungen zum Blatt Nr.8338 Bayrischzell. Geologische Karte von Bayern 1:25.000. – 1–190, München (Bayer. Geol. Landesamt).
- WINKLER, W., 1988: Mid- to early Late Cretaceous flysch and melange formations in the western part of the Eastern Alps. Paleotectonic implications. – Jb. Geol. Bundesanst. **131**: 341–389, Wien.
- WESSELY, G., 1974: Rand und Untergrund des Wiener Beckens – Verbindungen und Vergleiche. – Mitt. Österr. Geol. Ges. **66–67**: 265–287, Wien.
- WESSELY, G., 1985: Bericht 1984 über geologische Aufnahmen im kalkalpinen Anteil auf Blatt 58 Baden. – Jb. Geol. Bundesanst. **128**: 256–258, Wien.
- WESSELY, G., 1987: Bericht 1986 über geologische Aufnahmen auf Blatt 57 Neulengbach. – Jb. Geol. Bundesanst. **130**: 263–265, Wien.
- WESSELY, G., 1988: Bericht 1987 über geologische Aufnahmen in den Kalkalpen auf Blatt 58 Baden – Jb. Geol. Bundesanst. **131**: 414–416, Wien.
- WESSELY, G., 1989: Bericht 1988 über geologische Aufnahmen in den Kalkalpen auf Blatt 57 Neulengbach – Jb. Geol. Bundesanst. **132**: 543–544, Wien.